

УДК 669.018.2

К.В. Сергиенко, С.В. Конушкин, Е.В. Шустер, М.А. Каплан,
А.С. Баикин, М.А. Сударчикова,
А.В. Михайлова, А.Я. Морозова
ИМЕТ РАН, Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ АТОМНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ

Данная работа была проведена с целью выявления влияния термической обработки на механические свойства титановых сплавов предназначенных для атомной энергетики, полученных методом электродугового многостадийного переплава. Выбранные составы сплавов группы TiNbMoZrAl с заданным количеством примесей и режимы получения составов были отобраны с учетом опыта российских и иностранных научных коллективов [1-3]. Для отработки режима гомогенизирующего отжига были вырезаны образцы размером 10*10*3 мм поперек длины слитка на электроэрозионном станке ДК7745. Было сделано по 4 образца для каждого состава. После очистки поверхности образцов, были произведены отжиги длительностью 2 часа при температурах 700 °С, 800 °С, 900 °С. Данные температурные режимы были выбраны как начальные исходя их опыта работы с титановыми сплавами, легированными тугоплавкими металлами, предполагая, что при 800°С начнутся процессы растворения дендритов. Для отжига использовалась вакуумная отжиговая печь ЭСКВЭ-1,7.2,5/21 ШМ13. Скорость нагрева составляла 10°С/мин. Скорость остывания 10°С/мин до температуры 500 °С и далее со скоростью остывания печи до комнатной температуры. Для определения гомогенности, равномерности распределения элементов по сечению слитка и устранения дендритной структуры была произведена Ожеспектрометрия на электронном спектрометре JEOL JAMP-9500F. Проведены исследования образцов после выплавки, заметна дендритная структура, с повышенным содержанием алюминия между ветвями дендритов. После проведения отжигов в выбранном температурном диапазоне происходило растворение дендритов и гомогенизация состава. Оценить рост зерен данным методом не удалось и требуется дополнительное исследование микроструктуры оптическим методом, что будет произведено на следующем этапе работы. Для оценки механических характеристик и влияния на них термической гомогенизирующей обработки (ТО), слитки были поделены на 4 части, первая часть не подвергалась ТО,

остальные по выбранным режимам, указанным ранее. Далее вырезаны образцы на электроэрозионном станке по 4 образца на каждый состав и каждую температуру. Статические свойства образцов определялись на механической 10 - тонной машине INSTRON 3382, со скоростью испытаний 1 мм/мин, с точностью скорости траверсы $\pm 0,2\%$ от значения величины установленной скорости. Точность измерения нагрузки: $\pm 0,5\%$ от измеренного значения и до 1/100 максимального значения динамометрического датчика, по данным технического паспорта прибора. По результатам работы отмечены следующие результаты: самым высоким пределом прочности (771 МПа) обладает состав с 1,5% Мо и 1,5% Nb после гомогенизирующего отжига в 900 °С на протяжении 2 часов, предел прочности которого составил 368 МПа. Оптимальным по пределу прочности и пределу пластичности можно назвать состав с 0,5%Мо и 0,5%Nb, режим ТО 900 °С на протяжении 2 часов (Предел прочности 749Мпа, Предел пластичности 565 МПа) Результаты приложены к отчету. Для сравнения известны характеристики сталей, используемым в данной области, а именно 07X12НМФБ, обладающий пределом прочности в 576 МПа и пределом пластичности в 480 МПа, ХН55МВЦ, обладающий пределом прочности в 672 МПа и пределом пластичности в 301 МПа Таким образом механические характеристики не уступают существующим материалам.

Работа выполнена в рамках Стипендии Президента Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбин В.В. Сплавы на основе титана - перспективный материал для атомной энергетики / В. В. Рыбин, С. С. Ушков, О. А. Кожевников // Вопросы материаловедения. 2006. №1. С. 159-168
2. Орыщенко А.С. Титановые сплавы для корпусов атомных реакторов малой и средней мощности / А. С. Орыщенко, И. В. Горынин, В. П. Леонов, И. А. Счастливая // Вопросы материаловедения. 2014. №2. С. 199-210
3. Коцарь М.Л., Антипов В.В., Ахтонов С.Г. и др. Титан высокой чистоты. Перспективы применения и получения // Титан. 2009. № 3 (25). С. 34-38.